

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-063151

(43)Date of publication of application : 05.03.1999

(51)Int.Cl.

F16H 45/02

(21)Application number : 09-219426

(71)Applicant : EXEDY CORP

(22)Date of filing : 14.08.1997

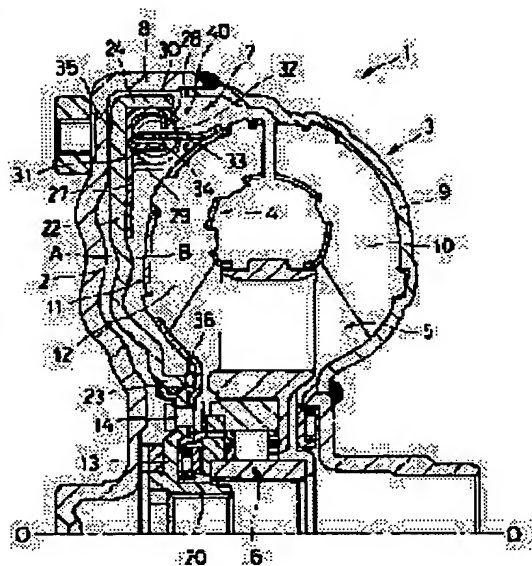
(72)Inventor : KAWAMURA TAKASHI  
YAMAGUCHI MITSUGI

## (54) TORQUE CONVERTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase a moving speed of a piston at clutch connecting time in a lockup clutch.

**SOLUTION:** A torque converter 1 has an input side front cover 2, an impeller 3, a turbine 4, a stator 5 and a piston 22. The impeller 3 forms an operating fluid chamber together with the front cover 2. The turbine 4 is opposed to the impeller 3 in the operating fluid chamber. The stator 5 is arranged between the impeller 3 and the turbine 4. The piston 22 is arranged so as to divide a space between the front cover 2 and the turbine 4 into a front cover 2 side first hydraulic chamber A and a turbine 4 side second hydraulic chamber B. The piston 22 can approach/separates from the front cover 2 by differential pressure between the first and the second hydraulic chambers A and B. The piston 22 has a friction facing in close vicinity to the front cover 2. The piston 22 is connected to the turbine 4 so that torque can be transmitted. A wave spring 36 energizes the piston 22 to the front cover 2 side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-63151

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 1 6 H 45/02

F 1 6 H 45/02

X

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-219426

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月14日

(71) 出願人 000149033

株式会社エクセディ

大阪府寝屋川市木田元宮1丁目1番1号

(72) 発明者 川村 貴

大阪府寝屋川市木田元宮1丁目1番1号

株式会社エクセディ内

(72) 発明者 山口 貢

大阪府寝屋川市木田元宮1丁目1番1号

株式会社エクセディ内

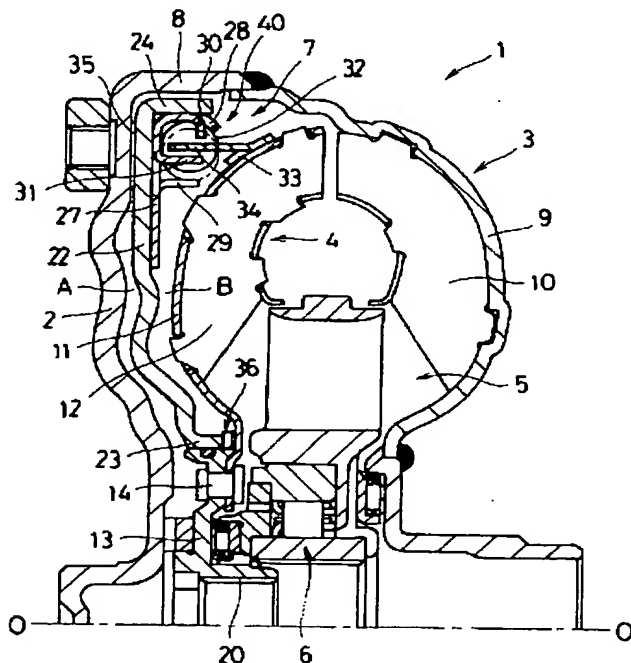
(74) 代理人 弁理士 小野 由己男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 トルクコンバータ

(57) 【要約】

【課題】 トルクコンバータのロックアップクラッチにおいて、クラッチ連結時のピストンの移動速度を高める。

【解決手段】 トルクコンバータ1は、入力側のフロントカバー2と、インペラー3と、タービン4と、ステータ5と、ピストン22とを備えている。インペラー3はフロントカバー2と共に作動油室を形成する。タービン4は作動油室内でインペラー3と対向する。ステータ5はインペラー3とタービン4との間に配置されている。ピストン22は、フロントカバー2側の第1油圧室Aとタービン4側の第2油圧室Bとに分割するように配置されている。ピストン22は第1及び第2油圧室A、Bの差圧によりフロントカバー2に対して接近・離反可能である。ピストン22はフロントカバー2に近接する摩擦フェーシング35を有している。ピストン22はタービン4にトルク伝達可能に連結されている。ウェーブスプリング36はピストン22をフロントカバー2側に付勢する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力側のフロントカバーと、前記フロントカバーに連結され共に作動油室を形成するインペラーと、前記作動油室内で前記インペラーと対向するタービンと、前記インペラーと前記タービンとの間に配置されたステータと、前記フロントカバーと前記タービンとの間の空間を前記フロントカバー側の第 1 油圧室と前記タービン側の第 2 油圧室とに分割するように配置され、前記第 1 及び第 2 油圧室の差圧により前記フロントカバーに対して接近・離反可能であり、前記フロントカバーに近接する摩擦係合部を有し、前記タービンにトルク伝達可能に連結されたピストンと、前記ピストンを前記フロントカバー側に付勢する付勢部材と、を備えたトルクコンバータ。

【請求項 2】前記付勢部材は、前記フロントカバーと前記タービン側の部材との間に配置され、前記ピストンの前記摩擦係合部が前記フロントカバーに当接した状態で前記フロントカバーと前記部材との間で弾性的に圧縮されている、請求項 1 に記載のトルクコンバータ。

【請求項 3】前記付勢部材が前記ピストンに与える荷重は、前記第 1 及び第 2 油圧室の差圧が前記ピストンを前記フロントカバーから離れる方向に付勢する荷重の最大より大きくなるように設定されている、請求項 1 または 2 に記載のトルクコンバータ。

【請求項 4】前記付勢部材はウェーブスプリングからなる、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のトルクコンバータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、トルクコンバータ、特に、ロックアップクラッチが設けられたトルクコンバータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】トルクコンバータは、3 種の羽根車（インペラー、タービン、ステータ）を内部に有し、内部の作動油によりトルクを伝達する装置である。インペラーはトルクが入力されるフロントカバーに固定されており、インペラーシェールとフロントカバーとで内部に作動油が充填された作動油室を形成している。タービンは作動油室内でフロントカバーに対向して配置されている。インペラーが回転すると、作動油がインペラーからタービンに向かって流れてタービンを回転させる。この結果、タービンからトランスミッションのメインドライブシャフトにトルクが伝達される。

【0003】ロックアップクラッチは、フロントカバーとタービンとの間の空間に配置されており、フロントカバーとタービンとを機械的に連結することでトルクを直

接伝達するための機構である。ロックアップクラッチは、主に、ピストンと、ピストンをタービン等の出力側部材に連結するための弾性連結機構とから構成されている。ピストンはフロントカバーとタービンとの間の空間をフロントカバー側の第 1 油圧室とタービン側の第 2 油圧室とに分割するように配置されている。この結果、ピストンは第 1 油圧室と第 2 油圧室の差圧によりフロントカバーに対して接近及び離反可能である。フロントカバーの外周部フロントカバー側には、摩擦フェーシングが張られた摩擦係合部が形成されている。第 1 油圧室の作動油がドレンされ第 2 作動油室の油圧が高くなると、ピストンはフロントカバー側に移動し、摩擦フェーシングがフロントカバー摩擦面に強く圧接される。

【0004】弾性連結機構は、たとえば、ピストンに固定されたドライブ部材と、タービン側に固定されたドリブン部材と、ドライブ部材とドリブン部材との間でトルク伝達可能に配置されたコイルスプリング等の弾性部材とから構成されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】クラッチ連結時には、第 1 油圧室の作動油は内周側からドレンされ、第 2 油圧室に作動油が供給される。この結果、第 2 油圧室の油圧が第 1 油圧室に比べて大きくなり、ピストンがフロントカバー側に移動を開始する。ピストンの移動中に、第 2 油圧室の作動油が摩擦フェーシングとフロントカバー摩擦面との間の隙間を通して第 1 油圧室に流れることがある。この場合は第 2 油圧室の油圧が十分に大きくなり、ピストンの移動速度が遅くなる。

【0006】本発明の目的は、トルクコンバータのロックアップクラッチにおいてクラッチ連結時のピストンの移動速度を高めることにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載のトルクコンバータは、入力側のフロントカバーと、インペラーと、タービンと、ステータと、ピストンと、付勢部材とを備えている。インペラーはフロントカバーに連結され共に作動油室を形成する。タービンは作動油室内でインペラーと対向している。ステータはインペラーとタービンとの間に配置されている。ピストンはフロントカバーとタービンとの間の空間をフロントカバー側の第 1 油圧室とタービン側の第 2 油圧室とに分割するように配置されている。ピストンは、第 1 及び第 2 油圧室の差圧によりフロントカバーに対して接近・離反可能であり、フロントカバーに近接する摩擦係合部を有している。ピストンはタービンにトルク伝達可能に連結されている。付勢部材はピストンをフロントカバー側に付勢する。

【0008】請求項 1 に記載のトルクコンバータでは、付勢部材がピストンをフロントカバー側に付勢しているため、摩擦フェーシングが速やかにフロントカバーに当接し作動油の流れを遮断する。その結果、クラッチ連結

時のピストンの移動速度が速くなる。請求項 2 に記載のトルクコンバータでは、請求項 1 において、付勢部材はフロントカバーとタービン側の部材との間に配置され、ピストンの摩擦係合部がフロントカバーに当接した状態でフロントカバーと前記部材との間で弾性的に圧縮されている。

【0009】請求項 2 に記載のトルクコンバータでは、ピストンの摩擦係合部がフロントカバーに当接した状態でも付勢部材はフロントカバーとタービン側の部材との間に圧縮され、ピストンに付勢力を与えている。そのため、ピストンの摩擦係合部付近でのシール性がよく、クラッチ連結動作のピストン移動中に第 2 油圧室から第 1 油圧室に作動油が流れにくくなっている。この結果、第 2 油圧室の油圧が低下せず、ピストンのフロントカバー側への移動速度が速い。

【0010】請求項 3 に記載のトルクコンバータでは、請求項 1 または 2 において、付勢部材がピストンに与える荷重は、第 1 及び第 2 油圧室の差圧がピストンをフロントカバーから離れる方向に与える荷重の最大より大きくするように設定されている。請求項 3 に記載のトルクコンバータでは、フロントカバーの摩擦係合部は常にフロントカバー側に接触している。ロックアップクラッチ連結解除状態ではフロントカバーからピストンにはわずかなトルクしか伝達されていない。クラッチ連結動作時には差圧がピストンにフロントカバーから離れる方向に与える荷重が小さくなっていき、ピストンの摩擦連結部をフロントカバーに圧接する力が強くなっていく。このようにしてピストンの摩擦係合部における伝達トルクが大きくなっていく。ピストンの摩擦係合部が常にフロントカバーに接触しているため、クラッチ連結動作時に第 2 油圧室から第 1 油圧室に作動油が流れにくい。その結果、第 2 油圧室の油圧が低下せず、ピストンの移動速度が速い。

【0011】請求項 4 に記載のトルクコンバータでは、付勢部材はウェーブスプリングからなる。ウェーブスプリングは当接面が滑らかに湾曲した面であるため、接触する他の部材が磨耗しにくい。

【0012】

【発明の実施の形態】図 1 は本発明の一実施形態としてのトルクコンバータ 1 を示している。トルクコンバータ 1 は車両に採用されている。図 1 の O-O がトルクコンバータ 1 の回転軸線である。図 1 において、トルクコンバータ 1 は、フロントカバー 2 と、フロントカバー 2 の外周側突出部 8 に固定されたインペラーシェル 9 とで作動油室を形成している。フロントカバー 2 は、図示しないエンジン側の構成部品に装着可能となっており、エンジンからのトルクが入力されるようになっている。インペラーシェル 9 の内部には複数のインペラーブレード 10 が固定されている。インペラーシェル 9 とインペラーブレード 10 とによりインペラー 3 が構成されている。

作動油室内でインペラー 3 と対向する位置には、タービン 4 が配置されている。タービン 4 はタービンシェル 11 とタービンシェル 11 上に固定された複数のタービンブレード 12 とから構成されている。タービンシェル 11 の内周端部はタービンハブ 13 のフランジ 15 にリベット 14 を介して固定されている。タービンハブ 13 は、内周部にトランスミッションのメインドライブシャフト（図示せず）に係合するスプライン溝 20 を有している。

【0013】インペラー 3 の内周部とタービン 4 の内周部との間にはステータ 5 が配置されている。ステータ 5 はタービン 4 からインペラー 3 へと戻される作動油の方向を調整するものであり、ワンウェイクラッチ 6 を介して図示しない固定シャフトに支持されている。ロックアップクラッチ 7 は、フロントカバー 2 とタービン 4 との間の空間に配置されており、フロントカバー 2 とタービン 4 とを機械的に連結するための装置である。ロックアップクラッチ 7 は、主に、ピストン 22 と、ピストン 22 をタービン 4 に弾性的に連結するための弾性連結機構 40 とから構成されている。

【0014】ピストン 22 は、円板状の部材であり、フロントカバー 2 とタービンシェル 11 との間の空間を、フロントカバー 2 側の第 1 油圧室 A とタービン 4 側の第 2 油圧室 B とに分割するように配置されている。ピストン 22 は厚みの薄い板金製である。ピストン 22 はトランスミッション側に延びる内周側筒状部 23 を内周側に有している。内周側筒状部 23 は、図 2 に示すように、タービンハブ 13 のフランジ 15 の最外周に形成された筒状部 16 の外周面 19 に軸方向及び円周方向に相対移動可能に支持されている。すなわち、内周側筒状部 23 の内周面 25 は筒状部 16 の外周面 19 に当接している。筒状部 16 の外周面 19 には半径方向中間位置に環状溝 17 が形成されている。環状溝 17 内にはシールリング 18 が配置され、シールリング 18 は内周側突出部 23 の内周面 25 に当接している。このようにして、シールリング 18 は第 1 油圧室 A と第 2 油圧室 B の内周部分をシールしている。

【0015】ピストン 22 の外周部には、トランスミッション側に延びる外周側筒状部 24 が形成されている。また、ピストン 22 の外周部でエンジン側には、環状の摩擦フェーシング 35（摩擦係合部）が張られている。摩擦フェーシング 35 は、フロントカバー 2 の内側外周部に形成された環状で平坦な摩擦面に対向している。摩擦フェーシング 35 とフロントカバー摩擦面との係合により、第 1 油圧室 A と第 2 油圧室 B との外周部がシールされる。

【0016】弾性連結機構 40 は、ピストン 22 とタービン 4 との間、さらに詳細にはピストン 22 の外周部とタービンシェル 11 の外周部との間に配置されている。弾性連結機構 40 は、ドライブ側部材としてのリテー

ニングプレート27と、ドリブン側の部材としてのドリブンプレート33と、両プレート27、33間に配置された複数のコイルスプリング32とから構成されている。リテーニングプレート27は、ピストン22の外周部トランスミッション側すなわち外周側筒状部24の内周側に配置された環状のプレート部材である。リテーニングプレート27の内周部は図示しない複数のリベットによりピストン22に固定されている。リテーニングプレート27は、コイルスプリング32を保持するとともに、コイルスプリング32の円周方向両側に係合してトルクを伝達するための部材である。リテーニングプレート27は、円周方向に並べられた複数のコイルスプリング32の外周側と内周側とをそれぞれ支持する保持部28、29を有している。内周側の保持部29はリテーニングプレート27の円板状部分から切り起こされて形成されている。さらに、リテーニングプレート27は各コイルスプリング32の円周方向両側を支持するための係合部30、31を有している。係合部30、31はリテーニングプレート27の円板状部分から切り起こされて形成されている。ドリブンプレート33はタービンシェル11の外周部背面に固定された環状のプレート部材である。ドリブンプレート33には、円周方向複数箇所にエンジン側に延びる複数の爪部34が形成されている。爪部34は各コイルスプリング32の円周方向両端に係合している。これにより、リテーニングプレート27からのトルクはコイルスプリング32を介してドリブンプレート33に伝達される。

【0017】ウェーブスプリング36（付勢部材）は、図2に示すように、ピストン22の内周側筒状部23の軸方向端面26と、タービンシェル11の内周側の側面との軸方向間に配置されている。ウェーブスプリング36は、図3から明らかなように、一定幅のプレートが円周方向に波打つ形状の環状部材であり、軸方向に圧縮可能である。なお、ウェーブスプリング36は、ピストン22の摩擦フェーシング35がフロントカバー2に当接した状態でも軸方向に圧縮されるような寸法に設定されている。

【0018】トルクコンバータ1の動作について説明する。エンジンからフロントカバー2にトルクが伝達されると、インペラー3はフロントカバー2とともに回転する。これにより、インペラー3からタービン4に作動油が流れてタービン4を回転させる。タービン4のトルクは図示しないメインドライブシャフトに伝達される。このように作動油を介してトルクを伝達しているとき（すなわちロックアップ連結解除時）にも、ピストン22の摩擦フェーシング35はフロントカバー2の摩擦面に当接している。これは、ウェーブスプリング36からピストン22の荷重が、第1油圧室Aと第2油圧室Bとの差圧が最大になってそのためピストン22をフロントカバーから離す方向（図1の右側）に付勢する荷重の最大に

なっても、その最大荷重よりも大きいことを意味している。摩擦フェーシング35がフロントカバー2に当接しているため、ロックアップクラッチ7でもわずかながらトルク伝達が行われている。

【0019】ロックアップ連結時には、第1油圧室Aの作動油は内周部からドレンされる。そして、第2油圧室Bに作動油が供給される。この結果、第1油圧室Aの油圧は低くなり、第2油圧室Bの油圧は高くなる。このとき、第2油圧室Bの作動油は、摩擦フェーシング35がフロントカバー2の摩擦面に当接していることにより、第1油圧室A側に逃げにくい。すなわち、第2油圧室Bの作動油が低下しにくい。この結果、ピストン22のフロントカバー2側への移動速度が速くなっている。ピストン22がフロントカバー2側に移動するにつれて、ロックアップクラッチ7における伝達トルクが大きくなっていく。言い換えると、トルクコンバータ1の伝達トルク全体の中で機械トルク伝達の流体トルク伝達に対する割合が大きくなっていく。ここでは、機械トルク伝達の割合が100%の状態をロックアップクラッチ連結状態とする。

【0020】通常走行時（ロックアップクラッチ解除時）には、ピストン22の摩擦フェーシング35はフロントカバー2から僅かに離れていてもよい。その場合も、ウェーブスプリング36によりピストン22の移動速度が速くなっているため、摩擦フェーシング35は速やかにフロントカバー2の摩擦面に当接する。また従来ではロックアップ連結動作中にフロントカバー2、ピストン22等の回転により差圧が発生し、作動油の流れが阻害されることがあった。その場合はピストン22のフロントカバー2側への移動を妨げられた。しかし本願ではウェーブスプリング36がピストン2に付勢力を与えているため、そのような場合にもロックアップ連結が確実に行われる。

【0021】ウェーブスプリング36は、湾曲した滑らかな当接面を有しているため、ピストン22の内周側筒状部23及びタービンシェル11に対する当接部分の面積が大きい。その結果、両側の部材を攻撃しにくい。ウェーブスプリング36の代わりに他のばねまたは弾性部材を用いてもよい。また、ウェーブスプリング36の配置位置は前記実施形態に限定されない。さらに、ウェーブスプリング36を支持するための部材は、タービン4を構成するタービンシェル11やタービンハブ13に限定されない。

【0022】

【発明の効果】本発明に係るトルクコンバータでは、付勢部材がピストンをフロントカバー側に付勢しているため、摩擦フェーシングがフロントカバーに当接することで作動油の流れを遮断する。その結果、クラッチ連結時のピストンの移動速度が速くなる。

【図面の簡単な説明】

7

8

【図 1】 本発明の一実施形態としてのトルクコンバータの縦断面概略図。

【図 2】 図 1 の部分拡大図。

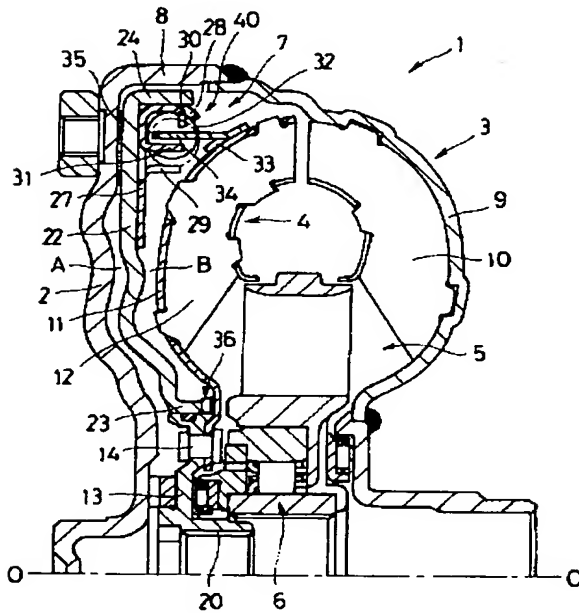
【図 3】 ウェーブスプリングの一部省略斜視図。

【符号の説明】

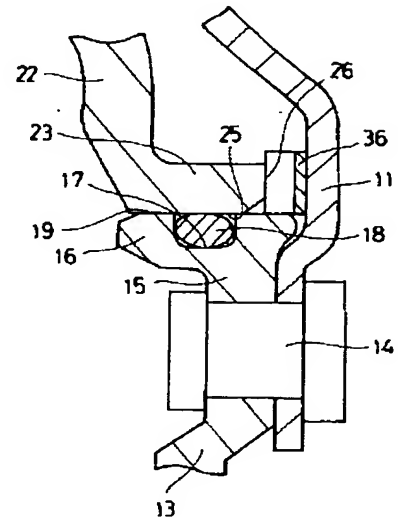
- 1 トルクコンバータ
- 2 フロントカバー
- 3 インペラー

- 4 タービン
- 5 ステータ
- 7 ロックアップクラッチ
- 22 ピストン
- 35 摩擦フェーシング (摩擦係合部)
- 36 ウェーブスプリング (付勢部材)
- A 第 1 油圧室
- B 第 2 油圧室

【図 1】



【図 2】



【図 3】



【公報種別】特許法第 1 7 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 5 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 1 4 年 4 月 1 0 日 ( 2 0 0 2 . 4 . 1 0 )

【公開番号】特開平 1 1 - 6 3 1 5 1  
 【公開日】平成 1 1 年 3 月 5 日 ( 1 9 9 9 . 3 . 5 )  
 【年通号数】公開特許公報 1 1 - 6 3 2  
 【出願番号】特願平 9 - 2 1 9 4 2 6  
 【国際特許分類第 7 版】  
 F16H 45/02  
 【F I】  
 F16H 45/02 X

【手続補正書】

【提出日】平成 1 4 年 1 月 1 6 日 ( 2 0 0 2 . 1 . 1 6 )

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】請求項 2  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【請求項 2】前記付勢部材は、前記ピストンと前記タービン側の部材との間に配置され、前記ピストンの前記摩擦係合部が前記フロントカバーに当接した状態で前記ピストンと前記部材との間で弾性的に圧縮されている、請求項 1 に記載のトルクコンバータ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 0 3  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【0 0 0 3】ロックアップクラッチは、フロントカバーとタービンとの間の空間に配置されており、フロントカバーとタービンを機械的に連結することでトルクを直接伝達するための機構である。ロックアップクラッチは、主に、ピストンと、ピストンをタービン等の出力側部材に連結するための弾性連結機構とから構成されている。ピストンはフロントカバーとタービンとの間の空間をフロントカバー側の第 1 油圧室とタービン側の第 2 油圧室とに分割するように配置されている。この結果、ピストンは第 1 油圧室と第 2 油圧室の差圧によりフロントカバーに対して接近及び離反可能である。ピストンの外周部フロントカバー側には、摩擦フェーシングが張られた摩擦係合部が形成されている。第 1 油圧室の作動油がドレンされ第 2 作動油室の油圧が高くなると、ピストンはフロントカバー側に移動し、摩擦フェーシングがフロントカバー摩擦面に強く圧接される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 8】請求項 1 に記載のトルクコンバータでは、付勢部材がピストンをフロントカバー側に付勢しているため、摩擦フェーシングが速やかにフロントカバーに当接し作動油の流れを遮断する。その結果、クラッチ連結時のピストンの移動速度が速くなる。請求項 2 に記載のトルクコンバータでは、請求項 1 において、付勢部材はピストンとタービン側の部材との間に配置され、ピストンの摩擦係合部がフロントカバーに当接した状態でピストンと前記部材との間で弾性的に圧縮されている。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 0 9  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【0 0 0 9】請求項 2 に記載のトルクコンバータでは、ピストンの摩擦係合部がフロントカバーに当接した状態でも付勢部材はピストンとタービン側の部材との間に圧縮され、ピストンに付勢力を与えている。そのため、ピストンの摩擦係合部付近でのシール性がよく、クラッチ連結動作のピストン移動中に第 2 油圧室から第 1 油圧室に作動油が流れにくくなっている。この結果、第 2 油圧室の油圧が低下せず、ピストンのフロントカバー側への移動速度が速い。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0 0 1 0  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】

【0 0 1 0】請求項 3 に記載のトルクコンバータでは、請求項 1 または 2 において、付勢部材がピストンに与える荷重は、第 1 及び第 2 油圧室の差圧がピストンをフロントカバーから離れる方向に与える荷重の最大より大きくするように設定されている。請求項 3 に記載のトルクコンバータでは、ピストンの摩擦係合部は常にフロント



カバー側に接触している。ロックアップクラッチ連結解除状態ではフロントカバーからピストンにはわずかなトルクしか伝達されていない。クラッチ連結動作時には差圧がピストンにフロントカバーから離れる方向に与える荷重が小さくなっていき、ピストンの摩擦連結部をフロントカバーに圧接する力が強くなっていく。このように

してピストンの摩擦係合部における伝達トルクが大きくなっていく。ピストンの摩擦係合部が常にフロントカバーに接触しているため、クラッチ連結動作時に第2油圧室から第1油圧室に作動油が流れにくい。その結果、第2油圧室の油圧が低下せず、ピストンの移動速度が速い。